

Miika Pihanen

TUOTTEEN ASEMAN MÄÄRITTÄMINEN LASKURIKORTILLA

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma

2018

TUOTTEEN ASEMAN MÄÄRITTÄMINEN LASKURIKORTILLA

Pihanen, Miika
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2018
Sivumäärä: 23
Liitteitä: -

Asiasanat: paikoitus, laskurikortti, pulssisignaali

Opinnäytetyön tarkoituksena tutkittiin moottorin antamien pulssien laskennan erillisellä laskurikortilla hyödyntämistä renkaan paikoituksessa kuljettimella. Työssä tutustuttiin Rexroth logiikkaohjaimen ominaisuuksiin ja sen laajennusmoduulien soveltuvuuteen, kun tarkoituksena on parantaa paikoitustarkkuutta, sekä nopeutta. Työssä selvisi, että käytettävien komponenttien hyödyntäminen ei tuo merkittävää parannusta nykyisin käytettyihin paikoitustapoihin verrattuna. Tuloksena havaittiin kuitenkin, että pulssitietoa tai laskurikorttia voi mahdollisesti hyödyntää tietyissä muissa sovelluksissa, joissa kuljetinnopeus on suuri.

PRODUCT POSITIONING WITH COUNTER CARD

Pihanen, Miika

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical and automation engineering

January 2018

Number of pages: 23

Appendices: -

Keywords: positioning, counter card, pulse signal

The purpose of this thesis was to test whether output pulse signal from conveyor motor can be used with incremental counter card to enable more precise and faster positioning of a tire. The tests were done using Rexroth equipment to find out more about new logic controller and its function modules, especially the features of counter card in mind. As a result, it was found that this type of combination provides little if any improvements compared to currently used types of positioning. However, it was found, that it is possible to use faster conveyor speeds and still obtain fairly accurate measurements that can be useful in some cases.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TAUSTAA.....	7
2.1	Cimcorp Oy	7
2.2	Poimintapaikka ja tarkkuusvaatimukset.....	8
2.3	Itoh Denki kuljettimet	8
2.4	Itoh Denki ohjainyksiköt	8
2.5	Rexroth XM logiikkaohjain ja S20-CNT-INC -laskurikortti	9
3	RENKAAN HALKAISIJAN MÄÄRITTÄMINEN JA KULJETTIMEN SUUNTAINEN PAIKOITUS.....	11
3.1	Pienin mitattavissa oleva matka.....	11
3.2	Renkaan halkaisijan määrittäminen	11
3.3	Renkaan pysäyttäminen haluttuun position halkaisijan perusteella.....	11
4	RENKAAN KESKITYKSEN MÄÄRITTÄMINEN KAHTA VALOANTURIA KÄYTTÄEN.....	12
4.1	Tarkoitus ja periaate	12
4.2	Paikoitukseen tarvittavat laskutoimitukset	12
4.2.1	Renkaan pienimmän etäisyyden laskenta.....	13
4.2.2	Renkaan poikittaisen aseman määrittäminen etenemiä vertaamalla...	14
5	TESTAUS JA TULOKSET	15
5.1	Paikoitustarkkuus pelkällä valoanturitiedolla logiikkaohjaimen sisääntulona	15
5.2	Renkaan pysäyttäminen kuljettimen päässä pulssien perusteella.....	17
5.3	Renkaan halkaisijan määrittäminen	17
5.4	Renkaan keskipisteen määrittäminen kuljettimen päässä	18
6	PÄÄTELMÄT	21
	LÄHTEET	23

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään Cimcorp OY:lle, joka on automaatio- ja tuotantologistiikka-alalla toimiva yhtiö päätoimipaikkanaan Ulvila. Tarkoituksena on tutkia kuljettimen moottorin antamien pulssien hyödyntämistä renkaan paikoituksessa pysäytettäessä rengas kuljettimen päädyssä, kun lasketaan pulssien lukumäärä erillisellä laskurikortilla ja kappaleen kahden pulssin välillä kulkema matka tunnetaan. Pysäytetyn renkaan noutaa joko portaalirobotti, tai monorail-vaunu, jotka molemmat asettavat omat toleranssi- ja noutopaikkavaatimuksensa. Työn tavoitteena on löytää nykyistä, valoantureihin perustuvaa paikoitusta nopeampi ja tarkempi ratkaisu.

Mekaaninen keskitin on laite, joka siirtää kappaleen kuljettimen keskelle kahta jousitoimista lapaa käyttäen. Tällöin renkaan keskilinja on vakioitu ja renkaan noutavan robotin tarttujan ohjaukseen riittää pelkkä pituustieto. Pyrkimyksenä on kuitenkin välttää mekaanisen keskittimen lisäämistä linjaan, jolloin mekaaninen rakenne voidaan pitää mahdollisimman yksinkertaisena. Yhtenä vaihtoehtona renkaan position laskentaan on käyttää kahta anturia, joista toinen sijaitsee kuljettimen päässä ja toimii pysäyttävänä, sekä toinen, johonkin alle 90 asteen kulmaan linjassa taaksepäin suunnattu anturi, tarkoituksenaan käynnistää ajastin.



Kuva 1. Työssä käytetyt kuljettimet valoantureineen.

Testaukset ja mittaukset toteutettiin Cimcorpin hallissa. Testaukseen käytettiin tuotekehitykseen varattua kapeaa kuljetinta, joka koostui kolmesta yksiköstä. Etäisyydet referenssipisteestä, tai akselista mitattiin lasermittarilla. Kuljettimilla ajettiin sekä renkaita, että pahvilaatikoita, paikoitustulokset otettiin vain renkailla suoritetuista koeajoista.

Työssä selvisi, ettei kuljettimen moottorien pulssien laskemiseen perustuva paikoitus tuo kuitenkaan merkittäviä parannuksia nykyiseen tapaan verrattuna. Sen sijaan havaittiin, että pulssitietoon perustuva mitoitus voi tietyissä muissa tapauksissa tarjota nopean tavan määrittää tuotteen sijainti ja koko. Koska laskurikortin ominaisuuksiin kuuluu kyky antaa ohjaussignaalia itsenäisesti logiikkaohjaimen työkierrosta riippumatta sisään tulevien pulssien perusteella, voitaisiin tällaista ohjaustapaa mahdollisesti hyödyntää, kun sovelluksessa käsitellään vain yhden mittaista tuotetta.

2 TAUSTAA

2.1 Cimcorp Oy

Cimcorp Oy on automaatio- ja tuotantologistiikka-alalla toimiva yritys, jonka nykyinen päätoimipaikka sijaitsee Ulvilassa. Yrityksellä on tytäryhtiö Kanadassa, sekä huoltoa tarjoavat toimipisteet Suomessa Helsingissä, Lahdessa ja Jyväskylässä. Yritys on rengasteollisuuden automaatiojärjestelmien johtavia toimittajia, jolla on lisäksi vankka asema elintarviketeollisuuden ja vähittäiskaupan jakelun keräilyjärjestelmien, sekä postinjakelun automaation toimittajana.

(Cimcorp Oy:n www-sivut 2017)

Cimcorp on perustettu vuonna 1975 Rosenlewin työkalupajan automaatio-osastona, joka sai tuolloin ensimmäisen robottitilauksensa. Yrityskauppojen kautta vuonna 1986 perustettiin Cimcorp Oy Wärtsilän tytäryhtiönä. Swisslog osti Cimcorpin vuonna 1996 ja yrityksen nimi vaihtui Swisslog Oy:ksi vuonna 2002. Vuonna 2003 yritys siirtyi silloisen johdon omistukseen ja yhtiön nimi palautui Cimcorp Oy:ksi vuonna 2004.

Vuonna 2010 Cimcorp osti kanadalaisen robottivalmistajan, jonka alkuperäinen nimi RMT Robotics muuttui vuonna 2015 Cimcorp Automation Ltd:ksi siirtyen Cimcorpin brändin ja nimen alle.

(Cimcorp Oy:n www-sivut 2017)

Cimcorp siirtyi Murata Machinery Ltd. omistukseen vuonna 2014. Murata Machinery on vuonna 1935 Kiotossa, Japanissa perustettu yritys, jonka tuotteita ovat alun perin olleet tekstiiliteollisuuden koneet. Yhtiö on sittemmin laajentanut toimintaansa kehuukoneisiin, työstökoneisiin, materiaalinkäsittelyjärjestelmiin, viestintälaitteisiin, sekä puhdistilojen tehdasautomaatioon. Yhtiöllä on noin 6500 työntekijää toimipisteissään, joita on kaiken kaikkiaan 18 maassa.

(Cimcorp Oy:n www-sivut 2017)

Murata Machinery jätti Cimcorpin itsenäiseksi yksiköksi säilyttäen brändin. Nykyisin Cimcorp toimittaa asiakkailleen kokonaisuuksia tehdas-, tai lähettämölayouteista robottilaitteistoihin ja ohjelmistoratkaisuihin. Yhtiön toimittavia laitteita ovat erinäiset kuljetinjärjestelmät, portaalirobotit, sekä Monorail-kuljettimet.

(Cimcorp Oy:n www-sivut 2017)

2.2 Poimintapaikka ja tarkkuusvaatimukset

Poimintapaikka on se sijainti kuljettimella, johon kappaletta noutava laite ohjataan. Poimintapaikan korkeus on vakio ja renkaan korkeustieto välittyy robotille ylemmän tason tietojärjestelmästä. Cimcorp käyttämä järjestelmä on Warehouse Control System, lyhyemmin WCS. Noutavan laitteen tarttupaikkaa asettaa vaatimuksensa sivuttaissuunnalle paikoitustarkkuuksille. MBR800 robotin rengaspinotarttujan noutopaikan tarkkuusvaatimus on ± 10 mm. MBR300 monorail-kuljettimen noutopaikan tarkkuusvaatimus on ± 5 mm.

(MBR800 robotin tekniset tiedot. 2017, 17; MBR300 monorail-kuljettimen tekniset tiedot. 2017, 17)

2.3 Itoh Denki kuljettimet

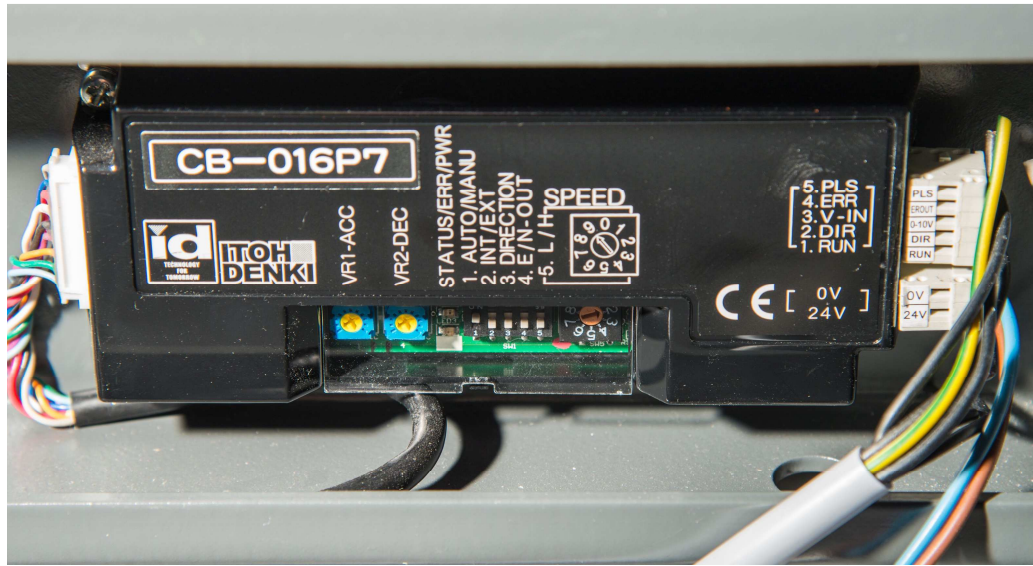
Käytetyt kuljettimet olivat malliltaan Itoh Denki PM500FE. Kuljettimen moottori on 24 V tasajännitekäyttöinen. Moottorin ohjauselektroniikka on sijoitettu ulkoiseen yksikköön ja moottori on yhden kuljettimen rullan sisälle. Moottorilta voima välitetään kuljettimen rullalle alennusvaihteiston kautta. Kuljetinyksikön rullat on yhdistetty toisiinsa hihnoilla ja kaikki yksikön rullat pyörivät samalla nopeudella. Tässä käytetyn kuljettimen välityssuhde on 1:12,64 ja rullan halkaisija 50 mm. Kuljettimen siirtonopeus on kuormattuna valittavissa väliltä 0,12 - 0,78 m/s. Kuljetinmoottorin osanumero kokonaisuudessaan on PM500FE0550429XV0MC002.

(Itoh Denki 2017a, 4-8)

2.4 Itoh Denki ohjainyksiköt

Tässä opinnäytetyössä käytetty ohjainyksikkö on Itoh Denki CB016P-7. Ohjaimessa on kaksi kytkintä nopeuden valitsemiseen. Nopeus voidaan valita hitaimman ja nopeimman väliltä 20:lla portain. Kuljettimen nopeusvalinta voidaan toteuttaa samoin 0 – 10 V sisääntulolla vastaavin portain.

(Itoh Denki 2017b, 4-7)



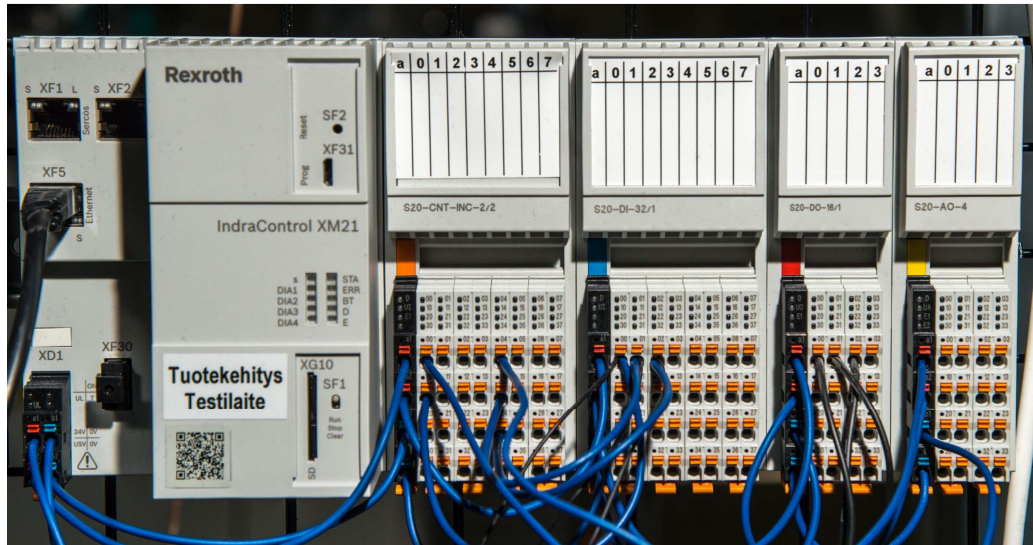
Kuva 2. Itoh Denki CB-016P7 moottorinohjainyksikkö.

Ohjainyksikössä on yksi ulostulo moottorin antamalle pulssisignaalille. Jotta tästä saadaan laskurikortille soveltuvaa signaalia, on tälle ulostulolle kytkettävä kuorma, tässä 1 k Ω . Tällaisella kuormalla signaalin jännitetaso vaihtelee nollan ja +16 V välillä.

Testilaitteistossa havaittiin eroja moottorien välillä. Kahden moottorin osalta jännitteen nollassa oli luokkaa 0,5 V, eikä laskurikortti saanut näiden signaalista tarvitsemaan pulsseja laskettavaksi. Ongelman ratkaisemiseksi molempien moottoreiden ohjainyksiköt ristiin testattiin kolmannen, laskurikortin kanssa toimivan ohjainyksikön kanssa, sekä vielä neljännellä ohjainyksiköllä, mutta kaikissa näissä tapauksissa tulokset olivat samat, laskurikortti ei kyennyt lukemaan signaalia. Tämän johdosta kaikki koeajot ja mittaukset suoritettiin asettaen kaikki kuljettimen identtisiin nopeusvalintoihin, sekä käyttäen yhden moottorin signaalia ohjaamaan molempia laskureita.

2.5 Rexroth XM logiikkaohjain ja S20-CNT-INC -laskurikortti

Työ tehtiin käyttäen Rexroth XM-21 –logiikkaohjainta, joka soveltuu hyvin erilaisiin liikeohjausjärjestelmiin. Kyseessä on Codesys –järjestelmää käyttävä ohjain. Lisäkorit liittyvät ohjaimeen Sercos väylällä.



Kuva 3. Logiikkaohjain ja siihen kytketyt laajennuskortit.

S20-CNT-INC –laskurikortilla voidaan laskea sisään tulevien pulssien lukumäärä huomattavan nopeasti. Laskurikorttia voidaan käyttää myös itsenäisesti ohjaavana laitteena, jonka ulostulon tila määrittyy laskettujen signaalien määrästä. Kun käytössä on yksittäinen signaali, pulssien suurin taajuus voi olla 300 kHz. Mikäli käytössä on yksittäisen valoanturin ohjaama logiikkaohjain, jonka työkierto on tyypillisesti luokkaa 2 – 10 ms, vastaava ohjaustaajuus olisi 100 – 500 Hz.

Korttia on mahdollista käyttää logiikkaohjaimesta riippumattomaan laskentaan ja toimilaitteen ohjaukseen. Tällainen sovellus on esimerkiksi tuotteiden pakkaaminen kappalemäärän perusteella. Pakattaessa esimerkiksi metallisia kappaleita laatikoihin, laskurikortti voi saada pulssit induktiiviselta anturilta ja tämän perusteella ohjata toimilaitteen pois päältä, kun haluttu lukumäärä kappaleita on ohittanut anturin.

(Rexroth 2018, 5-7)

3 RENKAAN HALKAISIJAN MÄÄRITTÄMINEN JA KULJETTIMEN SUUNTAINEEN PAIKOITUS

3.1 Pienin mitattavissa oleva matka

Käytetyn kuljettimen rullan halkaisija on 50mm. Tällöin rullan kehäksi saadaan laskettua $50 \pi \text{ mm} \approx 157,079 \text{ mm}$. Kun tässä työssä käytetyn kuljettimen alennusvaihe on välityssuhteeltaan 1:12,64, saadaan laskettua moottorin yhtä kierrosta vastaava kappaleen kuljettimella kulkema matka $157,08 \text{ mm} / 12,64 \approx 12,43 \text{ mm}$. Itoh Denkin käyttöoppaan mukaan kullekin moottorin pyörähdykselle tulee ulos kaksi pulssia, jolloin pulssien väliksi tulee rullan kehällä 6,21 mm.

3.2 Renkaan halkaisijan määrittäminen

Renkaan halkaisija on määritettävissä, kun käytössä on yksi valoanturi ja tiedetään se pulssien lukumäärä, jonka kuljetin liikkuu anturin säteen ollessa estynyt. Tässä työssä käytettiin valoanturilta tulevaa signaalia ohjaamaan laskurikorttia suoraan, jolloin välitettiin logiikkaohjaimen työkierrosta johtuvat mahdolliset viiveet ja näiden aiheuttamat epätarkkuudet. Renkaan halkaisijan mittaustulos tällä tavoin mitattuna vaihtelee kahden pulssin välillä mittaustarkkuuden ollessa 12,43 mm.

3.3 Renkaan pysäyttäminen haluttuun position halkaisijan perusteella

Renkaan kuljettimen kulkusuunnan mukainen paikoitus on mahdollista tehdä ohjaamalla paikoittavan kuljettimen moottoria suoraan laskurikortilla. Tällöin voidaan määrittää haluttu eteneminen valoanturilta pulssien lukumääränä. Tällöin saavutetaan teoreettinen paikoitustarkkuus, joka on kahden pulssin välimatka, tässä 6,21mm. Vastavasti logiikkaohjaimen paikoitustarkkuus kuljettimen hitaalla nopeudella ja ohjelman kiertoajalla 2 ms on $70 \text{ mm/s} * 0,002\text{s} = 0,14 \text{ mm}$. Laskurikortin etu havaitaan täten vasta, kun siirtonopeus on huomattavasti suurempi, jolloin kappaleen siirtymä ohjelman kiertoaikaan nähden kasvaa suuremmaksi verrattuna laskurikortin pulssien välissä kuljettuun matkaan, joka on vakio nopeudesta riippumatta.

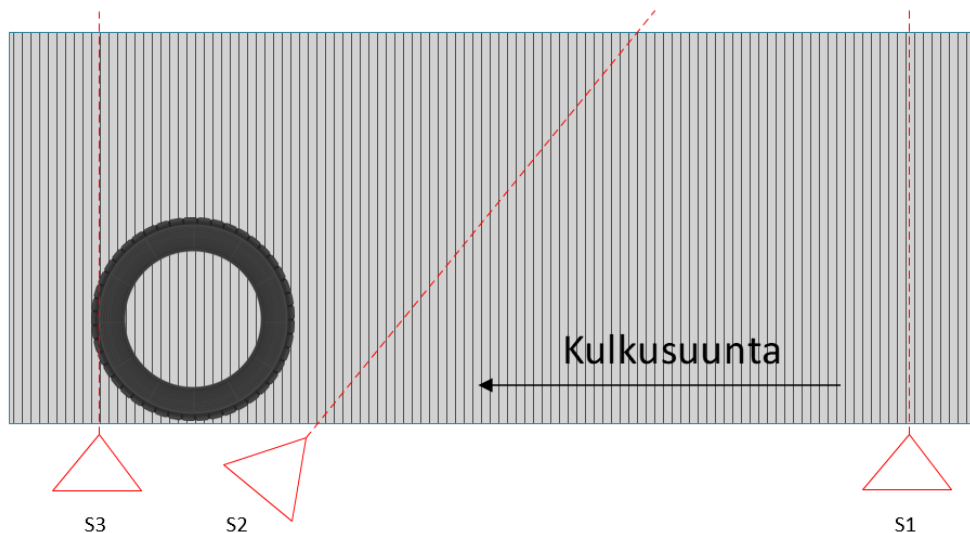
4 RENKAAN KESKITYKSEN MÄÄRITTÄMINEN KAHTA VALOANTURIA KÄYTTÄEN

4.1 Tarkoitus ja periaate

Kun tunnetaan renkaan säde, anturien välinen etäisyys linjan suuntaan, sekä anturien väliseen siirtoon kulunut moottorin antamien pulssien lukumäärä, voidaan laskea renkaan etäisyys kuljettimen anturien puoleisesta sivusta. Tämä tieto voidaan välittää ylemmän tason ohjausjärjestelmään ja tämän perusteella ohjata robotin tarttuja oikeaan paikkaan.

4.2 Paikoitukseen tarvittavat laskutoimitukset

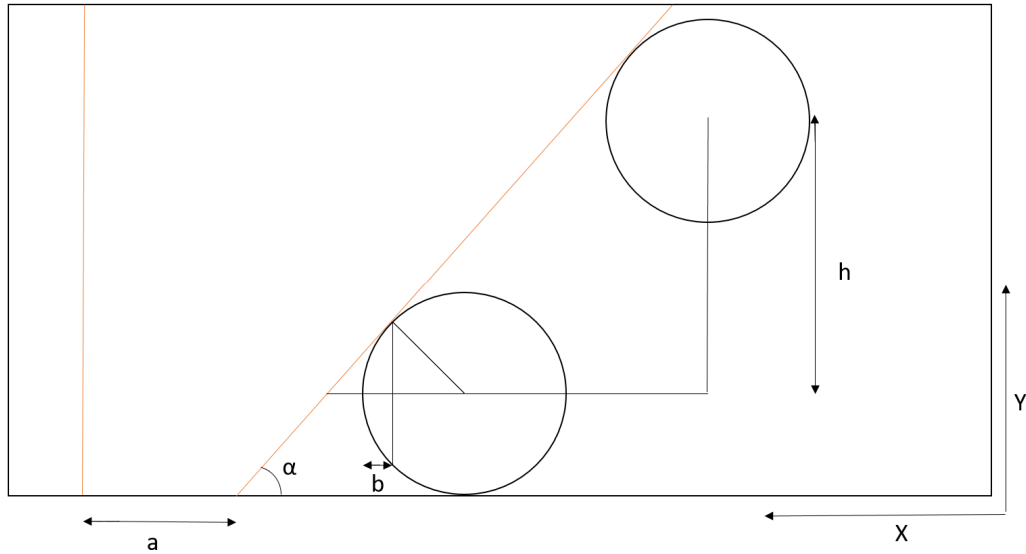
Seuraavassa perehdytään paikoitukseen tarvittaviin laskutoimituksiin. Mittayksikkönä voidaan pitää pulssien lukumäärää, joka muutetaan vasta tarvittaessa millimetriksi.



Kuva 4. Havainnekuva antureiden sijoittelusta kuljettimlla.

4.2.1 Renkaan pienimmän etäisyyden laskenta

Jotta on mahdollista laskea etäisyys pulssien lukumäärästä, on tarpeen määrittää renkaan säteeseen perustuva nollakohta. Renkaan säde r puolestaan saadaan määritettyä moottorin antamista pulsseista anturin S1 havaitessa kappaleen.



Kuva 5. Laskuissa käytetyt kulmat ja etäisyydet, sekä koordinaattiakselit.

Kun renkaan säde tunnetaan, on mahdollista määrittää se välimatka, joka muodostuu renkaan etureunan ja renkaan sen ulkokehän pisteen, joka leikkaa viistosti asetetun valoanturin, kuvassa 4. valoanturin S2 sädetä ensimmäisenä. Soveltaen yksikköympyrää, saadaan erotus seuraavasti.

$$b = r (1 - \cos \beta)$$

Tässä kulma β on anturin S2 suuntauksen, eli kallistus kohtisuorasta renkaan etenemissuuntaa vastaan oleva kulma α komplementtikulma, eli $\beta = 90^\circ - \alpha$. Renkaan anturien S2 ja S3 välillä kulkema lyhin mahdollinen matka s on tällöin anturien välinen etäisyys a lisättynä b :lla.

4.2.2 Renkaan poikittaisen aseman määrittäminen etenemiä vertaamalla

Etenemä c voidaan määrittää laskemalla pulssien lukumäärän ero vähentämällä mitatusta renkaan lyhin mahdollinen kulkema matka, eli edellä määritetty s . Kun etenemä tunnetaan, voidaan renkaan sivusuuntainen poikkeama minimistä laskea seuraavasti.

$$h = c \tan \alpha$$

Tällöin renkaan keskipisteen y -positio saadaan $y = r + h$.

5 TESTAUS JA TULOKSET

5.1 Paikoitustarkkuus pelkällä valoanturitiedolla logiikkaohjaimen sisääntulona

Työssä tutkittiin aluksi paikoitustarkkuutta, kun käytössä oli vain logiikkaohjaimen yhdistetty valoanturi, jonka signaalin perusteella kuljetin pysäytettiin välittömästi valoanturin ollessa estettynä. Tavanomaisen paikoitusnopeuden lisäksi tutkittiin myös lähes täyden nopeuden käyttöä paikoituksessa.

Kokeet suoritettiin ajamalla rengas kuljettimen koko pituuden verran, jonka jälkeen rengas pysäytettiin kuljettimen päädyssä olevalla valoanturilla. Pysäytetyn renkaan etäisyys vakiodusta mittausakselista mitattiin laseria käyttäen. Mittaustarkkuus käytetyllä mittarilla oli 1mm.

Suoritettujen 50:n kokeen tulokset ja näiden perusteella suoritettut laskelmat ovat kokonaisuudessaan taulukossa 1. Taulukossa ensimmäinen sarake kertoo renkaan ulkoreunan etäisyyden mittauspisteestä, toinen sarake mittaustuloksen erotuksen mittaustulosten keskiarvosta.

Kun kuljetinta ajettiin täydellä nopeudella, saatiin rengas pysäytettyä keskimäärin noin kuuden millimetrin tarkkuudella. Käytettäessä ohjaimelta valittua toiseksi hitainta nopeutta, saatiin otannan keskihajonnaksi noin 1,5 millimetriä.

Ohjelman kiertoaika oli 2 ms ja renkaan siirtonopeus 200 mm/s. Ohjelmakierrosta aiheutuva poikkeama oli siten korkeintaan 0,8 mm. Suurin mitattu poikkeama oli lähes 20 mm. Poikkeamaa saattoi aiheuttaa käytetyn renkaan pieni koko suhteessa kuljettimen rullien väliin, mistä johtuen rengas saattoi huojahtaa pysäytettäessä ja siten siirtyä poikkeavasti.

On lisäksi syytä huomioda, että paikoitustarkkuus voi aikaa myöden heikentyä. Rullien ja näiden päällä kuljetettavien kappaleiden välinen kitka voi muuttua, kun rulliin kertyy likaa ympäristöstä ja kuljetettavista kappaleista. Myös muut ulkoiset tekijät, kuten esimerkiksi ilman kosteus voi vaikuttaa kitkaan ja tuotteiden pysäytykseen.

Taulukko 1. Paikoitustarkkuus käytettäessä anturitietoa ja logiikkaohjainta

Täydellä nopeudella ajettuna		Toiseksi hitaimmalla nopeudella	
Mitattu etäisyys [mm]	Poikkeama [mm]	Mitattu etäisyys [mm]	Poikkeama [mm]
341	-0,22	449	-0,72
341	-0,22	454	4,28
345	3,78	450	0,28
334	-7,22	450	0,28
339	-2,22	451	1,28
336	-5,22	447	-2,72
347	5,78	450	0,28
341	-0,22	449	-0,72
336	-5,22	451	1,28
348	6,78	451	1,28
342	0,78	448	-1,72
342	0,78	450	0,28
337	-4,22	453	3,28
342	0,78	449	-0,72
348	6,78	450	0,28
355	13,78	450	0,28
344	2,78	450	0,28
348	6,78	448	-1,72
340	-1,22	452	2,28
336	-5,22	450	0,28
338	-3,22	448	-1,72
355	13,78	450	0,28
361	19,78	449	-0,72
337	-4,22	450	0,28
335	-6,22	449	-0,72
342	0,78	450	0,28
335	-6,22	448	-1,72
355	13,78	448	-1,72
346	4,78	451	1,28
341	-0,22	449	-0,72
342	0,78	449	-0,72
336	-5,22	449	-0,72
346	4,78	452	2,28
346	4,78	449	-0,72
336	-5,22	451	1,28
340	-1,22	447	-2,72
337	-4,22	451	1,28
336	-5,22	450	0,28
349	7,78	449	-0,72
336	-5,22	448	-1,72
342	0,78	450	0,28
334	-7,22	450	0,28
333	-8,22	450	0,28

343	1,78	449	-0,72
337	-4,22	449	-0,72
337	-4,22	452	2,28
333	-8,22	450	0,28
334	-7,22	452	2,28
339	-2,22	447	-2,72
338	-3,22	448	-1,72
keskiarvo:	341,22	keskiarvo:	449,72
varianssi:	39,45	varianssi:	2,2
keskihajonta:	6,28	keskihajonta:	1,48

5.2 Renkaan pysäyttäminen kuljettimen päässä pulssien perusteella

Rengas on mahdollista ajaa haluttuun kohtaan kuljettimen kulkusuuntaan nähden, kun renkaan halkaisija on tunnettu. Käytetyn laskurikortin ominaisuuksista johtuen, ei havaittu mahdolliseksi suorittaa tällaista ajoa, kuin yhden kokoiselle renkaalle, kun haluttu pulssimäärä oli asetettava etukäteen kortin parametreihin Indraworks ohjelmistoa käyttäen. Kortin parametrit on kuitenkin mahdollista asettaa uudelleen käyttäen Sercos kenttäväylän PDI-kanavaa (Parameter, Diagnostics and Information). Tässä työssä ei kuitenkaan aikataulun vuoksi tutkittu tätä vaihtoehtoa.

Mikäli tällaista paikoitusta käytettäisiin, päästäisiin tarkkuudessa yhtä pulssia vastaavan matkan tarkkuuteen. Tässä käytetyn kuljettimen tapauksessa tämä olisi 6,21mm, joten paikoitustarkkuus olisi jopa huonompi, kuin käyttämällä pelkkää valoanturitietoa ja logiikkaohjainta.

5.3 Renkaan halkaisijan määrittäminen

Käytännön kokeilla testattiin kolmen eri halkaisijaltaan olevan kappaleen pituuden, tai renkaan tapauksessa halkaisijan määrittämistä. Kullekin kappaleelle tehtiin 30 koeajoa.

Kunkin ajon perusteella päädyttiin samaan lopputulokseen. Mitattuja pulssimääriä vastaava pituudet olivat kaksi todellista pituutta suurempaa olevaa 6,21 mm moniker-
taa. Esimerkiksi 255 mm pitkää laatikkoa testikappaleena käytettäessä laskettu pituus-
arvo oli joko 267,03 mm, tai 260,82 mm.

5.4 Renkaan keskipisteen määrittäminen kuljettimen päässä

Lopuksi tutkittiin mahdollisuutta saada renkaan keskipisteen koordinaatit kuljettimen päädyssä, kun rengas pysäytetään käyttäen valokennoa ja Y-koordinaatin laskemiseksi mitataan ensin kahden valokennon välillä kuljetun matkan erotus moottorin pulsseista laskurikortilla. Kuljettimen päädyssä oleva valokenno oli asetettu kohtisuoraan kulkusuuntaa vasten ja toinen valokenno hieman ylävirtaan poikittain noin 45 asteen kulmaan.

Suoritettiin kolme 50 ajon koetta käyttäen kuljetettavana kappaleena yhtä rengasta kaikilla kerroilla vertailukelpoisen tuloksen saavuttamiseksi. Ensimmäisen ajon jälkeen anturien asentoja tarkistettiin ja kulmat mitattiin uudelleen. Kolmannelle kerralle tehtiin vielä parannuksia tulosten kirjauksiin inhimillisten virheiden välttämiseksi, joita edellisen ajon päätteeksi havaittiin. Tällöin päästiin keskihajontaan 5,91mm Y-koordinaatin osalta.

Koetta varten kaikki kolme kuljetin asetettiin samalle pyörimisnopeudelle ohjainyksiköistään. Renkaan Y-positio mitattiin lasertoimisella etäisyysmittarilla, jonka tarkkuus on 1mm. Mitatusta etäisyydestä renkaan ulkoreunaan laskettiin erotus logiikkaohjaimen antaman laskennallisen keskipisteen kanssa, tulokset kokonaisuudessaan taulukossa 2.

Taulukon ensimmäinen sarake kertoo logiikkaohjelman laskeman arvon renkaan ulkohalkaisijalle, toinen sarake lasketun Y-koordinaatin. Kolmannella sarakkeella on renkaan ulkoreunan etäisyys mittauspisteestä ja neljännellä renkaan keskipisteen laskettu keskipiste. Koska mittauksissa käytettiin samaa rengasta, on viidenteen sarakkeeseen laskettu sarakkeen neljä keskipistearvon ja ulkoreunan etäisyyden mitatun arvon erotus. Tästä on laskettu erotus keskiarvoon nähden, jonka perusteella on laskettu keskihajonta.

Taulukko 2. Keskipisteen koordinaattien määrittäminen pulssimäärät laskien

Ulkohalka- isija [mm]	Y [mm]	Mitattu [mm]	Keskipiste [mm]	Lasketun ja mitatun ero [mm]
236	280,2	85	162,2	77,2
242,2	390,2	205	269,1	64,1
236	274,4	75	156,4	81,4
236	321,4	132	203,4	71,4
236	403,8	214	285,8	71,8
236	297,9	108	179,9	71,9
229,8	362,6	177	247,7	70,7
236	345	159	227	68
229,8	299,7	94	184,8	90,8
229,8	252,7	55	137,8	82,8
229,8	317,4	126	202,5	76,5
229,8	382,1	184	267,2	83,2
236	380,2	187	262,2	75,2
242,2	313,7	122	192,6	70,6
242,2	260,2	71	139,1	68,1
242,2	225,2	26	104,1	78,1
236	397,9	214	279,9	65,9
242,2	354,9	166	233,8	67,8
242,2	296,1	107	175	68
236	297,9	107	179,9	72,9
236	345	156	227	71
236	245	45	127	82
236	286,1	98	168,1	70,1
236	321,4	122	203,4	81,4
236	309,7	120	191,7	71,7
236	392	204	274	70
236	268,5	80	150,5	70,5
229,8	235	42	120,1	78,1
236	209,7	10	91,7	81,7
236	268,5	75	150,5	75,5
236	315,5	120	197,5	77,5
236	421,4	239	303,4	64,4
229,7	429,1	239	314,25	75,25
236	368,5	181	250,5	69,5
236	327,3	143	209,3	66,3
236	309,7	119	191,7	72,7
236	292	100	174	74
236	350,8	163	232,8	69,8
236	250,8	56	132,8	76,8
236	339,1	141	221,1	80,1
236	350,8	155	232,8	77,8
236	397,9	217	279,9	62,9

236	409,6	226	291,6	65,6
236	239,1	50	121,1	71,1
236	368,5	176	250,5	74,5
236	362,6	180	244,6	64,6
236	380,2	197	262,2	65,2
236	280,2	86	162,2	76,2
236	350,8	160	232,8	72,8
236	362,6	170	244,6	74,6
keskiarvo:				73,20
Keskihajonta:				5,91

Tuloksista X-koordinaatti saadaan laskettua puolittamalla renkaan ulkohalkaisija, sekä Y-koordinaatti laskemalla kappaleessa 4.2.2 esitetyllä tavalla. X-koordinaatin tarkkuus riippuu tällöin kappaleessa 5.2 esitetystä pysäytystarkkuudesta, tässä käytetyillä kuljettimilla ja logiikkaohjaimella, noin 1,5mm, sekä renkaan ulkohalkaisijan laskentatarkkuudesta, johon vaikuttaa moottorin antamien pulssien väli. Y-koordinaatin määrittämisessä vaikuttavat sekä renkaan ulkohalkaisijan tarkkuus, että käytettyjen valoantureiden välisen mittauksen tarkkuus.

Tässä kokeessa ei määritetty kahden viimeisen anturin välisen matkan mittaustarkkuutta. Tämä on kuitenkin tarvittaessa laskettavissa vinoon asetetun anturin kulmasta ja käytetyn kuljettimen pulssien välistä.

Käytettyjen valoanturien rakenne ja näiden asennukseen käytetyt tarvikkeet olivat samoja, joita käytetään Cimcorpin kuljetinratkaisuissa yleisesti. On kuitenkin huomattava, että näiden alkuperäinen käyttötarkoitus on kohdistaa anturit kohtisuoraan, tai kulmaan kohdistettaessa kulman vaihtelulla ei yleisesti ole suurta merkitystä kokonaisuuden toiminnalle. Koejärjestelyissä havaittiin, että tällaisen anturoinnin käyttäminen Y-koordinaatin määrittämiseen on sangen hankalaa sellaisenaan ja käytännössä antureille tulisi valmistaa vakioitu kiinnike.

6 PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella kuljettimen moottorin pulssien hyödyntämistä laskurikorttia käyttäen. Tuloksena saatiin haluttuja tarkkuusmääriä vastavia tuloksia, mutta myös lisätietoa laskurikortin ominaisuuksista, joita voi olla syytä tarkastella jatkossa. Saadut tulokset eivät kenties rohkaise ottamaan yhdistelmää käyttöön, kun sovellusalueena on rengasteollisuus, mutta muissa mahdollisissa kohteissa kyky määrittää kappalemääriä, tai kyky ohjata ulostuloa anturin pulssien lukumäärällä voi olla hyödyllistä ja paremmin sovellettaessa varsinkin, jos kappaleen tarkempi identifioiminen ei ole tarpeen, tai käsitellään yhtä tiettyä tuotetta.

Testeissä saadut tulokset antavat ymmärtää, että käytetty mittaustapa voisi olla hyödynnettävissä, kun rengasta on noutamassa portaalirobotti. Testeissä saatu tarkkuus on MBR700 ja MBR800 robottien käyttämien tarttujien tarkkuusvaatimusten sisällä. Testatulla tavalla on mahdollista kertoa riittävällä tarkkuudella renkaan keskipisteen sijainti kuljettimen noutopaikalla, jolloin robotti voidaan ohjata oikeaan paikkaan. Sen sijaan MBR300 monorail-vaunun kanssa ei X-Y-koordinaatteihin perustuvaa paikoitusta voida käyttää, koska nämä liikkuvat kiinteästi asetettua kiskoa pitkin ja tällöin kahden akselin suuntaan tapahtuva paikoitus vaunua siirtämällä ei ole mahdollista.

Testeissä käytetty kuljetin kykenee enimmillään 55m minuutissa siirtonopeuteen. Tällä kuljettimella on mahdollista saavuttaa 6,21mm resoluutio. Itoh Denkin hitaampaa kuljetinta, jolla siirtonopeus olisi enimmillään noin 13m minuutissa, päästään vastaavasti 3,50mm pulssiväliin ja siten parempaan mittaus- ja paikoitustarkkuuteen. Käytännössä tämän kuljettimen käyttö olisi kuitenkin hyvin rajallista johtuen tämän suurimman kuljetusnopeuden rajoitteesta. Käytännössä optimaalisin vaihtoehto Itoh Denkin valikoimista olisi siirtonopeuteen noin 25m minuutissa kykenevä malli. Tällä kuljettimella päästään 2,94mm pulssiväliin ja resoluutioon nopeuden ollessa vielä paikoituskäyttöön riittävä.

(Itoh Denki. 2017a, 7)

Käytännön tasolla, kun logiikkaohjaimessa ajettavan ohjelman kiertoaika pysyy alhaisena ja käytetty kuljetinnopeus on suhteellisen hidas, voidaan paikoitus, sekä vastaavat mittaukset tehdä kutakuinkin samalla tarkkuudella, tai jopa tarkemmin logiikkaohjaimen ja valoanturin ohjaamana. Pulssilaskennan edut pääsevät paremmin esille, kun

siirtonopeudet ovat suuret ja siirrettävän kappaleen nopeus pysyy siirrossa vakiona. Tällä tavoin on mahdollista saada sekä tuotteen ulkomittatieto, että Y-koordinaatin määrittäminen, mutta siirrettävä kappale olisi näiden mittausten jälkeen hidastettava ja lopulta pysäytettävä valoanturitiedon perusteella logiikkaohjaimen toimesta. Kahden järjestelmän käyttö lisää kuitenkin kustannuksia, sekä kasvattaa käytettävän paikoitusjärjestelmän mittaa. Nämä yhdessä asettavat melko suuria rajoituksia käytölle.

Opinnäytetyön aiheen alkuperäinen rajausta vastasi lähes täydellisesti tehty. Asetetut tavoitteet aiheen tutkimiseksi saatiin täytettyä, vaikkakin lopputuloksena oli toteamus tutkimuksen aiheen olevan sovellettavissa tarkoitettuun käyttökohteeseen sellaisenaan vain rajallisesti.

Aihe on hyvin relevantti automaatioinsinöörin koulutukseen nähden, kuten myös aiheen vastaavuus nykyisiin työtehtäviini nähden. Työn aikana pääsin tutustumaan uuteen versioon Indraworks –ohjelmistosta, sekä Rexrothin tuoreimmista logiikkaohjaimista. Kaiken kaikkiaan aihe tarjosi mahdollisuuden perehtyä tarkemmin työnsäni käyttämiin työkaluihin ja näiden ominaisuuksiin, joten ammatillisen kehityksen kannalta työn merkitys on ollut huomattava.

LÄHTEET

Cimcorp Oy:n www-sivut. Viitattu 19.12.2017. <http://www.cimcorp.com>

MBR800 robotin tekniset tiedot. 2017. Cimcorp Oy. Sisäinen dokumentti.

MBR300 monorail-vaunun tekniset tiedot. 2017. Cimcorp Oy. Sisäinen dokumentti.

Itoh Denki. 2017a. PM005FE Serie Technical Documentation. Viitattu 21.12.2017. <http://www.itoh-denki.com/files/192/With-external-circuit-board/33/PM500FE-ENG.pdf>

Itoh Denki. 2017b. Circuit Board CB016P-7 Technical Documentation. Viitattu 21.12.2017. <http://www.itoh-denki.com/files/194/Standard-circuit-board/45/CB016-ENG.pdf>

Rexroth. 2018. Rexroth IndraControl S20 Function Module S20-CNT-INC-2/2 Application Description. Viitattu 23.3.2018. https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-inter-net.dll/R911335990_01.pdf?db=brmv2&lvid=1177920&mvid=13263&clid=20&sid=1B1F83412F3F739068028D230280B01A.borex-tc&sch=M&id=13263,20,1177920